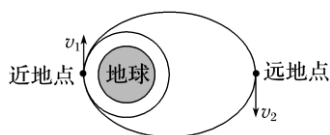


1. 答案 B

解析 根据开普勒第二定律知, $v_1 > v_2$, 在近地点画出近地圆轨道, 由 $\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ 可知, 过近地点做匀速圆周运动的速度为 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 由于“东方红一号”在椭圆轨道上运动, 所以 $v_1 > \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 故 B 正确.



2. 答案 D

解析 11.2 km/s 为第二宇宙速度, 如果运动到 A 点时其速率大于 11.2 km/s, 将会摆脱地球的引力, A 错误; 根据开普勒第二定律知, 卫星在椭圆轨道近地点 A 的速率大于在远地点 B 的速率, B 错误; 因为由低轨道转至高轨道需要加速, 由高轨道转至低轨道需要减速, 所以, 若要卫星在 A 点所在的高度做匀速圆周运动, 需在 A 点减速, 让其做近心运动, 若要卫星在 B 点所在的高度做匀速圆周运动, 需在 B 点加速, 让其做离心运动, 故 C 错误, D 正确.

3. 答案 ABC

解析 在轨道 II 上由 A 点运动到 B 点, 由开普勒第二定律可知, 经过 A 点的速度小于经过 B 点的速度, A 正确; 从轨道 I 的 A 点进入轨道 II 需减速, 使万有引力大于所需要的向心力, 做近心运动, 所以在轨道 II 上经过 A 点的速度小于在轨道 I 上经过 A 点的速度, B 正确; 根据开普勒第三定律 $\frac{r^3}{T^2} = k$, 椭圆轨道的半长轴小于圆轨道的半径, 所以在轨道 II 上运动的周期小于在轨道 I 上运动的周期, C 正确; 在轨道 II 上和轨道 I 上通过 A 点时所受的万有引力相等, 根据牛顿第二定律, 加速度相等, D 错误.

4. 答案 C

解析 第一宇宙速度是卫星在近地轨道运行的线速度, 根据 $\frac{GMm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$ 可知 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 故轨道半径越大, 线速度越小, 所以同步卫星的运行速度小于第一宇宙速度, A 错误; 该卫星为地球的卫星, 所以发射速度小于第二宇宙速度, B 错误; P 点为近地圆轨道上的一点, 但要从近地圆轨道变轨到 I 轨道, 则需要在 P 点加速, 所以在 I 轨道上, 卫星在 P 点的速度大于第一宇宙速度, C 正确; 在 Q 点要从轨道 I 变轨到轨道 II, 则需要在 Q 点加速, 即卫

星在轨道 II 上经过 Q 点的速度大于在轨道 I 上经过 Q 点的速度，而轨道 II 上的速度小于第一宇宙速度，故在轨道 I 上，卫星在 Q 点的速度小于第一宇宙速度，D 错误。

5. 答案 BD

解析 双黑洞绕二者连线上的某一点做匀速圆周运动，周期相等，角速度也相等，故 A 错误；双黑洞做匀速圆周运动的向心力由它们间的万有引力提供，向心力大小相等，设双黑洞间的距离为 L ，由 $G\frac{M_1M_2}{L^2} = M_1r_1\omega^2 = M_2r_2\omega^2$ ，解得双黑洞的轨道半径之比 $r_1:r_2 = M_2:M_1$ ，故 B 正确；由 $v = \omega r$ 得双黑洞的线速度之比为 $v_1:v_2 = r_1:r_2 = M_2:M_1$ ，故 C 错误；由 $a = \omega^2 r$ 得双黑洞的向心加速度之比为 $a_1:a_2 = r_1:r_2 = M_2:M_1$ ，故 D 正确。

6. 答案 B

解析 设两恒星的质量分别为 m_1 、 m_2 ，距离为 L ，

双星靠彼此的引力提供向心力，则有

$$G\frac{m_1m_2}{L^2} = m_1r_1\frac{4\pi^2}{T^2}$$

$$G\frac{m_1m_2}{L^2} = m_2r_2\frac{4\pi^2}{T^2}$$

并且 $r_1 + r_2 = L$

$$\text{解得 } T = 2\pi\sqrt{\frac{L^3}{G(m_1 + m_2)}}$$

当两星总质量变为原来的 k 倍，两星之间距离变为原来的 n 倍时

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{n^3L^3}{Gk(m_1 + m_2)}} = \sqrt{\frac{n^3}{k}}T$$

故选项 B 正确。

7. 答案 AD

解析 由于“嫦娥三号”在轨道 I 上运动的半长轴大于在轨道 II 上运动的半径，也大于轨道 III 的半长轴，根据开普勒第三定律可知，“嫦娥三号”在各轨道上稳定运行时的周期关系为 $T_I > T_{II} > T_{III}$ ，故 A 正确，B 错误；“嫦娥三号”在由高轨道降到低轨道时，都要在 P 点进行“刹车制动”，所以经过 P 点时，在三个轨道上的线速度关系为 $v_I > v_{II} > v_{III}$ ，故 C 错误；由于“嫦娥三号”在 P 点时的加速度只与其所受到的月球引力有关，故 D 正确。

8. 答案 A

解析 设空间实验室质量为 m , 月球质量为 M , 在圆轨道上, 由 $G\frac{mM}{r^2} = m\frac{4\pi^2 r}{T^2}$, 得 $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$,

A 正确; 要使航天飞机在椭圆轨道的近月点 B 处与空间实验室 C 对接, 必须在 B 点时减速,

使航天飞机做近心运动, B 错误; 航天飞机飞向 B 处, 根据开普勒第二定律可知, 向近月点

靠近做加速运动, C 错误; 月球表面物体重力等于月球对物体的引力, 则有 $mg_{\text{月}} = G\frac{Mm}{R^2}$,

可得 $g_{\text{月}} = \frac{GM}{R^2} = \frac{4\pi^2 r^3}{R^2 T^2}$, D 错误.

9. 答案 BD

解析 双星靠相互间的万有引力提供向心力, 具有相同的角速度, 故 A 错误; 根据万有引

力提供向心力得 $\frac{Gm_1 m_2}{L^2} = m_1 \omega^2 r_1 = m_2 \omega^2 r_2$, 因为 $AO > OB$, 即 $r_1 > r_2$, 所以 $m_1 < m_2$, 即星球 A 的

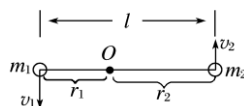
质量一定小于星球 B 的质量, 故 B 正确; 根据万有引力提供向心力有 $\frac{Gm_1 m_2}{L^2} = m_1 \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r_1 =$

$m_2 \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r_2$, 得周期 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L^3}{G(m_1 + m_2)}}$, 由此可知双星间距离一定, 双星的总质量越大, 其转动

周期越小; 双星的质量一定, 双星之间的距离越大, 其转动周期越大, 故 C 错误, D 正确.

10. 答案 BC

解析 两颗中子星运动到某位置的示意图如图所示



每秒转动 12 圈, 角速度已知,

中子星运动时, 由万有引力提供向心力得

$$\frac{Gm_1 m_2}{l^2} = m_1 \omega^2 r_1 \quad ①$$

$$\frac{Gm_1 m_2}{l^2} = m_2 \omega^2 r_2 \quad ②$$

$$l = r_1 + r_2 \quad ③$$

由①②③式得 $\frac{G(m_1 + m_2)}{l^2} = \omega^2 l$, 所以 $m_1 + m_2 = \frac{\omega^2 l^3}{G}$,

质量之和可以估算.

由线速度与角速度的关系 $v = \omega r$ 得

$$v_1 = \omega r_1 \quad ④$$

$$v_2 = \omega r_2 \text{⑤}$$

由③④⑤式得 $v_1 + v_2 = \omega(r_1 + r_2) = \omega l$, 速率之和可以估算.

质量之积和各自的自转角速度无法求解.

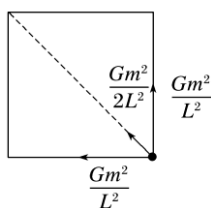
11. 答案 CD

解析 设体积较小者质量为 m_1 , 轨迹半径为 r_1 , 体积较大者质量为 m_2 , 轨迹半径为 r_2 , 两者球心之间的距离为 L , 由 $F = \frac{Gm_1m_2}{L^2}$ 知 F 增大, A 错误; 由 $\frac{Gm_1m_2}{L^2} = m_1\omega^2r_1$, $\frac{Gm_1m_2}{L^2} = m_2\omega^2r_2$

得: $\omega = \sqrt{\frac{G(m_1 + m_2)}{L^3}}$, 因 $(m_1 + m_2)$ 及 L 不变, 故 ω 不变, B 错误; 半径 $r_2 = \frac{Gm_1}{\omega^2L^2}$, 因 m_1 增大, 故 r_2 变大, C 正确; 线速度大小 $v_2 = \omega r_2$, 因 r_2 变大, 故 v_2 变大, D 正确.

12. 答案 D

解析 设正方形边长为 L , 则每颗星的轨道半径为 $r = \frac{\sqrt{2}}{2}L$, 对其中一颗星受力分析, 如图所示, 由合力提供向心力:



$$2 \times \frac{Gm^2}{L^2} \cos 45^\circ + \frac{Gm^2}{2L^2} = m\omega^2r$$

得: $\omega = \frac{\sqrt{(2 + \frac{\sqrt{2}}{2})Gm}}{L\sqrt{L}}$, 所以当边长变为原来的一半时, 星体的角速度变为原来的 $2\sqrt{2}$ 倍, 故 D 项正确.

13. 答案 (1)加速 (2) $\frac{gR^2}{(R+h_1)^2}$ (3) $\sqrt[3]{\frac{gR^2t^2}{4n^2\pi^2}} - R$

解析 (1)飞船要进入预定圆轨道, 需在 B 点做离心运动, 故应加速.

$$(2) \text{在地球表面有 } mg = \frac{GMm}{R^2} \text{①}$$

$$\text{根据牛顿第二定律有: } G \frac{Mm}{(R+h_1)^2} = ma_A \text{②}$$

由①②式联立解得, 飞船经过椭圆轨道近地点 A 时的加速度大小为 $a_A = \frac{gR^2}{(R+h_1)^2}$

(3)飞船在预定圆轨道上, 由万有引力提供向心力, 有 $G \frac{Mm}{(R+h_2)^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} (R+h_2)$ ③

由题意可知, 飞船在预定圆轨道上运行的周期为 $T = \frac{t}{n}$ ④

由①③④式联立解得 $h_2 = \sqrt[3]{\frac{gR^2 t^2}{4n^2 \pi^2}} - R$.

14. 答案 (1) $2\pi L \sqrt{\frac{L}{G(M+m)}}$ (2) 1.012

解析 (1)两星球围绕同一点 O 做匀速圆周运动, 其角速度相同, 周期也相同, 其所需向心力由两者间的万有引力提供, 设 A 、 B 的轨道半径分别为 r_1 、 r_2 , 由牛顿第二定律知:

对 B 有: $G \frac{Mm}{L^2} = M \frac{4\pi^2}{T^2} r_2$

对 A 有: $G \frac{Mm}{L^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r_1$

又 $r_1 + r_2 = L$

联立解得 $T = 2\pi L \sqrt{\frac{L}{G(M+m)}}$

(2)若认为地球和月球都围绕中心连线某点 O 做匀速圆周运动, 根据题意可知 $m_{\text{地}} = 5.98 \times$

10^{24} kg, $m_{\text{月}} = 7.35 \times 10^{22}$ kg, 地月距离设为 L' , 由(1)可知地球和月球绕其轨道中心的运

行周期为 $T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{L'^3}{G(m_{\text{地}} + m_{\text{月}})}}$

若认为月球围绕地心做匀速圆周运动, 由万有引力定律和牛顿第二定律得

$\frac{Gm_{\text{地}}m_{\text{月}}}{L'^2} = m_{\text{月}} \frac{4\pi^2}{T_2^2} L'$

解得 $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{L'^3}{Gm_{\text{地}}}}$

则 $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{mm_{\text{地}} + m_{\text{月}}}{m_{\text{地}}}}$

故 $\frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{m_{\text{地}} + m_{\text{月}}}{m_{\text{地}}} \approx 1.012$.